

Controllare i parametri ambientali nell'affinamento in legno

L'affinamento in botte e in barrique è il risultato dell'interazione di processi e fenomeni complessi. Ci sono le variabili legate alla qualità del legno (l'origine geografica e botanica) e quelle derivanti dalle caratteristiche costruttive delle doghe e dei carati (il taglio, il volume, lo spessore, la stagionatura e la tostatura), e poi ci sono le caratteristiche del vino che influiscono sul passaggio in soluzione dei componenti estraibili e la capacità di consumo dell'ossigeno.

Fondamentalmente si tratta di due sistemi di origine biologica, il legno e il vino, caratterizzati ognuno da grande complessità e variabilità e sui quali agiscono una serie di fenomeni fisici che ne regolano le interazioni. Ma se sull'eterogeneità compositiva e sulle caratteristiche chimiche e le cessioni del legno si è detto molto (anche se probabilmente non tutto), molto resta ancora da descrivere sulle interazioni fisiche tra l'ambiente, il contenitore e il vino. Si tratta di aspetti importanti che devono essere compresi e descritti per poter gestire e controllare al meglio ogni ingranaggio di un motore mosso dai fenomeni di capillarità, imbibizione, pressione, espansione e contrazione del legno e dai movimenti dell'aria, l'umidità e la temperatura dei locali di conservazione.

Tutti questi meccanismi influiscono sul processo di maturazione dei vini in legno, legato alle cessioni dei composti aromatici, i tannini e i polisaccaridi del rovere e all'accesso dell'ossigeno nella barrique.

Le informazioni che trovate in questa Newsletter sono frutto dei nostri approfondimenti e sono state oggetto del Webinar tenuto dal **professor Fabio Mencarelli** dell'università di Pisa nel dicembre scorso in collaborazione con Tebaldi srl e Vinidea e disponibile su <https://vinidea.it/prodotto/affinamento-in-legno-videocorso/>

L'ossigeno nel legno e nel vino

Negli scambi gassosi tra l'ambiente e il vino il legno funziona come una membrana semipermeabile, attraverso la quale l'ossigeno si sposta per diffusione da una zona a maggior concentrazione a una a minor concentrazione, secondo il principio descritto dalla legge di Fick, o meglio seguendo un gradiente di pressione parziale attraverso le doghe.

Occorre tenere conto tuttavia che la membrana rappresentata dal legno non è caratterizzata sempre dalla stessa permeabilità. La velocità con la quale essa si lascia attraversare dall'ossigeno per passare in forma disciolta nel vino, varia in funzione delle caratteristiche fisiche legate alla porosità, ma non solo. Su questa grandezza influiscono anche l'umidità del legno e quella dell'ambiente, la differenza tra pressione esterna e pressione interna (come vedremo di seguito), le caratteristiche costruttive e meccaniche della barrique, come il numero di doghe, il loro spessore, il volume, la chiusura (se in sughero o in silicone) e la ventilazione dei locali.

La penetrazione dell'ossigeno attraverso la dogha è influenzata dal flusso di aria esterno e regolata dalla legge di Darcy, secondo la quale in un materiale poroso (la dogha), la portata per unità di superficie è direttamente proporzionale alla perdita di carico e inversamente proporzionale allo spessore.

Ora poichè il coefficiente di diffusione dell'ossigeno in acqua ed etanolo è di quattro volte più basso rispetto a quello in aria, appare evidente che questo si sposta tanto più velocemente quanto

più tardi nel suo percorso all'interno dello spessore della doga incontra un mezzo liquido, il vino, e quindi quanto più il legno è asciutto.

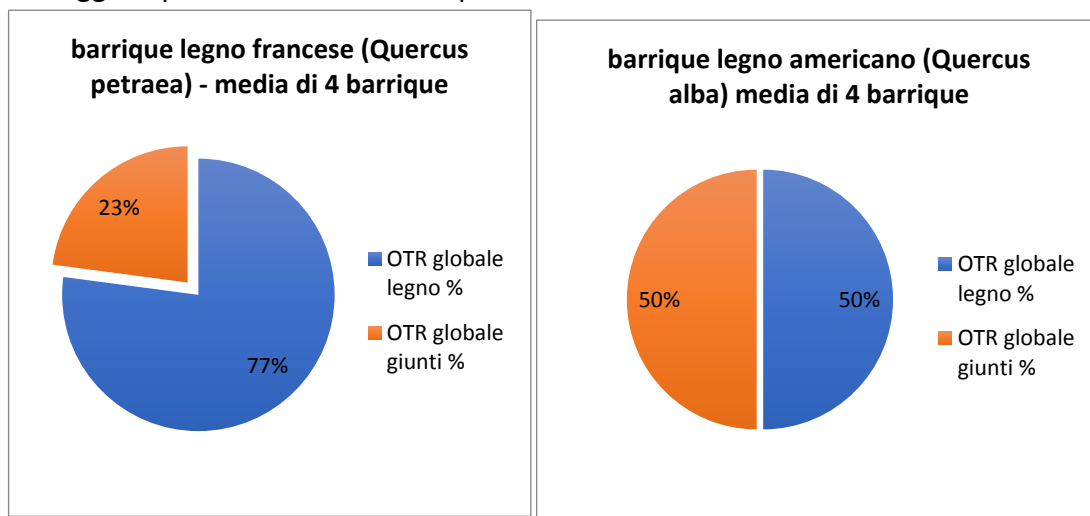
I ricercatori spagnoli dell'**Università di Valladolid** del gruppo di ricerca enologica UvaMox **Ignacio Nevares** e **Maria del Alamo Sanza** hanno approfondito questi aspetti, sviluppando metodologie di indagine strumentale avanzate basate sul principio dell'ossiluminescenza per la misura non distruttiva dell'ossigeno disciolto.

L'OTR globale (**Oxygen Transmission Rate**) è l'ossigeno totale che penetra nella barrique, che passa dal tappo e dai giunti tra le doghe, penetra dalla loro parete ed entra dal cocchiere quando la barrique viene aperta e nelle operazioni di colmataura.

La misura dell'ossigeno disciolto stimata in un sistema modello che si accumula nel corso di un anno è l'OTR annuo globale e i valori medi riportati per le barrique in legno francese (*Quercus petraea*) sono di 27 mg/l/anno mentre quelli per il legno americano (*Quercus alba*) sono di 32 mg/l/anno.

Tenendo invece conto soltanto della permeabilità dell'ossigeno attraverso i pori del legno i risultati sperimentali hanno messo in evidenza che l'OTR del legno di rovere francese è superiore a quello misurato in legno di rovere americano.

L'OTR globale dipende quindi non solo dalla porosità del legno ma anche dalle tecniche di assemblaggio e produzione delle barrique.



La misura dinamica dell'OTR effettuata in condizioni reali nel periodo di un anno porta a osservare tuttavia che l'accesso dell'ossigeno è massimo al momento del riempimento della barrique vuota, raggiunge il 37% dell'ossigeno totale che entra nella barrique nei primi due mesi e va poi progressivamente a diminuire per attestarsi a valori di circa 5 mg/l/anno nei mesi successivi. I dati visti, ottenuti misurando l'OTR solo nel primo periodo e applicandolo per estrapolazione alla stima dell'OTR globale in mg/l/anno sono pertanto sovrastimati e la loro correzione, tenendo conto della dinamica di accesso dell'ossigeno, porta a valori reali di 8 mg/l e 11 mg/l di ossigeno che penetra nel periodo di un anno nelle barrique rispettivamente in legno francese e americano.

I dati riportati in un lavoro recente di **Claire Roussy e dei suoi colleghi dell'Università di Paris Saclay** (2021) descrivono la cinetica dei gas e del liquido nello spessore della doga, le condizioni di sciolmo che si creano per i fenomeni di imbibizione ed evaporazione del vino e le variazioni di pressione conseguenti.

Dopo il riempimento di una barrique vuota tutti gli spazi presenti nella porosità del legno o nelle congiunzioni tra le doghe sono liberi, l'ossigeno entra più rapidamente e passa velocemente in soluzione. Nello stesso periodo però il liquido comincia ad imbibire il legno con il quale è a contatto, con una rapidità che nelle condizioni sperimentali nei primi quaranta giorni dal riempimento ha raggiunto i 56 ml/giorno. Il calo in volume che i ricercatori hanno osservato nel primo periodo e che si traduce in un primo volume di scolmo ha raggiunto circa 2 litri nei primi 55 giorni, ma è corrisposto a un equivalente calo in peso, che comincia solo successivamente, quando negli scambi di massa tra l'esterno e l'interno prevalgono i fenomeni di evaporazione.

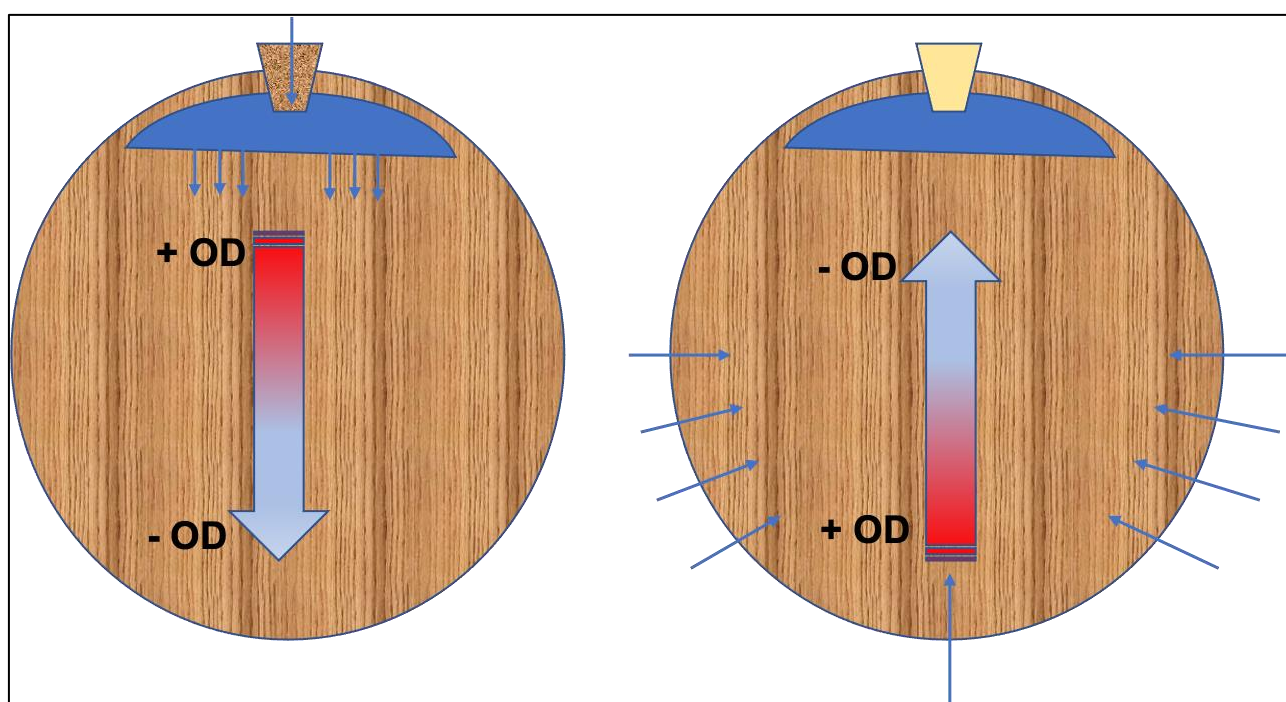
Il calo in volume che si osserva in modo rapido nel primo periodo e più lento successivamente è quindi dovuto a una combinazione di fenomeni di imbibizione e di evaporazione e dipende anche dal gradiente di umidità tra esterno e interno.

Ma se il vino viene consumato che cosa succede nello spazio lasciato e come reagisce il legno della barrique alle variazioni di umidità?

La pressione, l'umidità e i "movimenti" del legno

La creazione di un volume di scolmo nello spazio di testa della barrique porta a una riduzione di pressione interna che va dai -20 ai -200 hPa. Quando il gradiente negativo di pressione tra l'esterno e l'interno supera un limite definito soglia di percolazione, al quale il menisco del liquido che occupa i pori del legno si rompe, per l'aria e l'ossigeno si libera una via di accesso. I fenomeni di percolazione variano in funzione del legno e della sua porosità oltre che della pressione negativa e del volume dello spazio di testa, e sono tanto più improvvisi e intensi quanto più stretta è la grana del legno.

Inoltre l'accesso di ossigeno dall'esterno verso l'interno avviene principalmente attraverso il cocchiume qualora le barrique siano chiuse con tappi in sughero o attraverso i fondi e il legno se la chiusura è rappresentata da un tappo in silicone e le condizioni di pressione negativa sono più marcate.



Il gradiente di ossigeno disciolto è diverso nel caso in cui la barrique sia chiusa in modo non ermetico (ad esempio con un tappo in sughero) e l'ossigeno dell'aria a pressione atmosferica passi in soluzione dalla superficie a contatto con lo spazio di testa, o nel caso in cui nella barrique chiusa ermeticamente (tappo in silicone) si venga a formare una depressione nello spazio di testa e il passaggio di ossigeno dall'esterno all'interno avvenga preferibilmente attraverso le doghe e i fondi a seguito anche della deformazione del contenitore.

Mod. da: Alamo-Sanza, Maria & Nevares, Ignacio. (2017). Oak Wine Barrel as an Active Vessel: A Critical Review of Past and Current Knowledge. *Critical reviews in food science and nutrition*. 58.

Questo si contrappone tuttavia a un altro fenomeno di fluttuazione più rapido misurato nel lavoro di monitoraggio delle cinetiche di pressione e umidità già citato (Roussy et al, 2021) : quando il contenuto in umidità all'equilibrio sulla superficie esterna della barrique aumenta la pressione dello spazio di testa decresce e viceversa. Non ci si aspetterebbe un comportamento contrario, mosso dai fenomeni di evaporazione? A spiegare questo fenomeno apparentemente controintuitivo è il comportamento igroscopico del legno: quando l'umidità aumenta le fibre del legno si espandono provocando un incremento di volume e una riduzione di pressione sullo spazio di testa, al contrario rispetto a quando l'umidità esterna diminuisce e il legno si contrae. Le variazioni di pressione della barrique che influiscono sugli scambi gassosi sono di conseguenza soggette a fluttuazioni lente e rapide legate all'interazione con il vino e con le condizioni ambientali.

Naturalmente la corretta gestione dell'affinamento prevede frequenti colmature e di conseguenza l'equilibrio tra pressione interna ed esterna viene ristabilito ad ogni apertura e nel bilancio dell'ossigeno si viene ad aggiungere quello presente in forma disciolta nel volume di vino aggiunto che è generalmente contenuto (si parla di 0,1-0,5 mg/l), mentre si va a interrompere lo scambio tra il vino e lo spazio di testa gassoso o il richiamo di ossigeno dalle pareti della barrique.

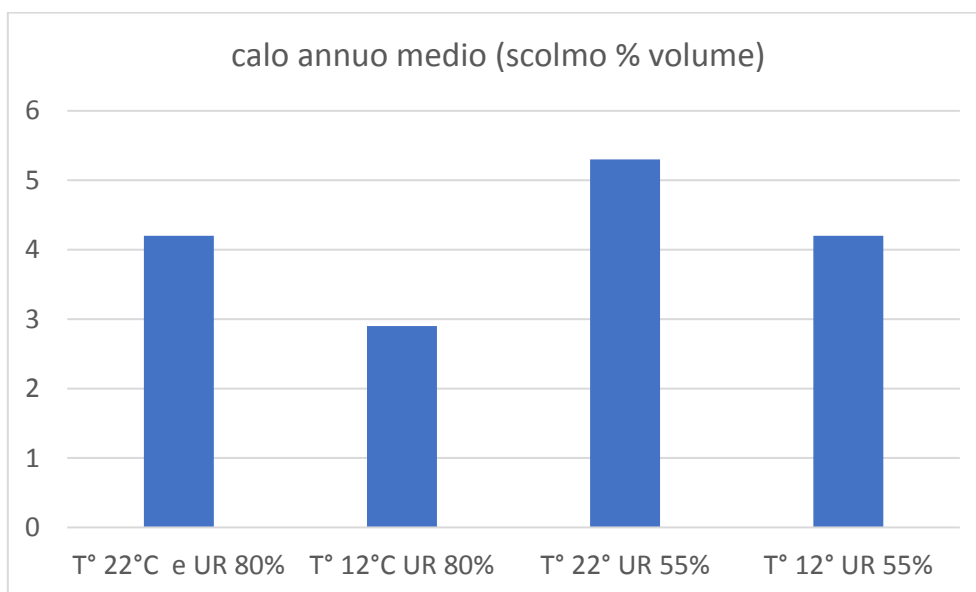
[L'importanza dell'ambiente della cantina: umidità, temperatura e ventilazione](#)

Anche le condizioni dei locali che ospitano le barrique hanno un ruolo fondamentale.

Si considerano ideali condizioni di temperatura costantemente inferiori ai 17-18 gradi. Tuttavia, se non estreme, le eventuali brevi fluttuazioni di temperatura dell'aria non influenzano particolarmente la maturazione del vino, in quanto il legno è caratterizzato da una bassa conduttanza termica.

L'umidità relativa si considera invece ideale quando superiore all'80%, con una perdita per evaporazione prevalente di acqua in condizioni di umidità inferiore e di alcol in condizioni di umidità superiore. Le umidità eccessivamente elevate così come i ristagni possono essere fonte di contaminazione e provocare a formazione di muffe sulla superficie del legno.

Le variazioni di temperatura e di umidità come abbiamo visto influiscono sui fenomeni di evaporazione e di scolorimento, sulle fluttuazioni lente e rapide della pressione oltre che sulla solubilità dell'ossigeno e di conseguenza hanno un effetto diretto sugli scambi gassosi. È per questo e per tutto quello che abbiamo spiegato in precedenza che il controllo delle condizioni ambientali dei locali di stoccaggio risulta fondamentale nella gestione della qualità dei processi di affinamento.



Modificato da JM Maron e JC Crachereau, Chambre d'Agriculture de la Gironde, 2003.

Oltre alle condizioni di temperatura e umidità altre caratteristiche importanti dell'ambiente di stoccaggio possono influire sui fenomeni di affinamento in legno e in modo particolare sulla sua uniformità. Nella progettazione delle nuove barricaie o nella ristrutturazione di quelle già esistenti è la circolazione dell'aria, che influisce sull'omogeneità del microclima, il fattore da gestire in modo più attento. Il volume dei locali in rapporto alla superficie, il layout della disposizione e il volume occupato dalle barrique stivate al loro interno, i materiali, la presenza e la disposizione delle aperture (porte, finestre, bocche di lupo ecc) e gli eventuali impianti di condizionamento e di ventilazione sono i fattori di cui tenere conto.

Le valutazioni fatte in condizioni reali e le successive modellizzazioni hanno evidenziato che un basso indice di stivaggio comporta forti oscillazioni termiche e igrometriche con la conseguenza di creazione di forti variazioni nei flussi di aria.

Lo stesso accade nel caso di una difformità nella distribuzione delle barrique all'interno del volume dei locali che crea disomogeneità nella distribuzione del calore e dell'umidità attorno ai contenitori.

Alcuni studi hanno dimostrato che barrique disposte in posizioni diverse all'interno dei locali sono soggette a condizioni di temperatura e umidità anch'esse molto diverse e che anche tra un punto e l'altro di una stessa barrique possono esserci differenze che è importante monitorare. Le analisi fluidodinamiche realizzate da un gruppo di ricercatori dell'Università di Bologna hanno evidenziato che le zone più a rischio di ristagno sono quelle perimetrali e più vicine a i muri (Barbaresi et al., 2020).

La velocità del flusso dell'aria crea diversi possibili scenari e in modo particolare è stato osservato che con basse velocità, inferiori a 0,1 m/s il movimento è omogeneo mentre con piccole variazioni delle condizioni di flusso e velocità superiori di soli 0,2 m/s si assiste alla formazione di vortici e a una diversa distribuzione del calore e dell'umidità, in quanto vi è una relazione non lineare tra la velocità di ingresso dell'aria (sia che questa avvenga attraverso le aperture presenti sia che si tratti di ventilazione forzata) e la circolazione interna.

Le relazioni tra l'ambiente, il legno e l'evoluzione del vino sono al centro di un nuovo progetto del settore R&D di Tebaldi slr. L'obiettivo è quello di individuare una soluzione tecnologicamente avanzata che permetta di ottimizzare i tempi di sosta del vino in legno, massimizzando il risultato enologico e la conservazione del carattere fruttato e varietale. Il passaggio nei contenitori in legno, nelle barrique tanto quanto e soprattutto nelle botti grandi, potrà così dare il risultato migliore nei tempi più adatti, per lasciare poi all'affinamento in bottiglia il tempo necessario a raggiungere il dovuto equilibrio. Continuate a seguirci per saperne di più.

Bibliografia:

Alamo-Sanza, Maria & Nevares, Ignacio. (2017). Oak Wine Barrel as an Active Vessel: A Critical Review of Past and Current Knowledge. *Critical reviews in food science and nutrition*. 58. 10.1080/10408398.2017.1330250.

JM Maron e JC Crachereau. Elevage et conservation de vins. Comment optimiser les conditions. Chambre d'Agriculture de la Gironde, 2003

Fabio Mencarelli. La barrique, l'ambiente di stoccaggio e la qualità del vino. Webinair Vinidea, dicembre 2020.

Barbaresi Alberto, Torreggiani Daniele, Benni Stefano, Tassinari Patrizia. (2015). Effective predictions of the airflows involving barrels in a wine-ageing room. Conference paper. AIIA 2015 International Mid-Term Conference, Napoli

Barbaresi, A., Santolini, E., Agrusti, M., Bovo, M., Accorsi, M., Torreggiani, D. and Tassinari, P. (2020), Microventilation system improves the ageing conditions in existent wine cellars. Australian Journal of Grape and Wine Research, 26: 417-426. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12452>

Claire Roussey, Julien Colin, Rémi Teissier du Cros, Joel Casalinho, Patrick Perré, In-situ monitoring of wine volume, barrel mass, ullage pressure and dissolved oxygen for a better understanding of wine-barrel-cellar interactions, Journal of Food Engineering, Volume 291, 2021.

Documento divulgato a cura di

Tebaldi.it

TEBALDI SRL

Via Colomba 14 - Colognola ai Colli (VR)

Tel. + 39 0457675023

www.tebaldi.it tebaldi@tebaldi.it